

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS ORGANICOS

DEL FRIGORIFICO SAN ISIDRO S.A

DANIELA GOMEZ MONCALEANO

COD.17290

UNIVERSIDAD ECCI

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN DESARROLLO AMBIENTAL

ASESOR

RAFAEL ERNESTO VALERO VARGAS

MVZ. ESP. GESTION AMBIENTAL

BOGOTA D.C

2015

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado.

Firma del Jurado.

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar esta meta que hoy se vuelve una realidad, a mis padres y hermano, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr los objetivos propuestos.

A la Institución educativa que me brindó su apoyo y toda su colaboración para la realización de este trabajo. A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, especialmente al profesor Rafael Ernesto Valero Vargas Mvz. Esp. Gestión Ambiental quien me brindo siempre su orientación con profesionalismo ético, en la adquisición de conocimientos y fortalecimiento profesional y humano.

También señalar el esfuerzo d los administrativos de Frigorífico San Isidro, ya que además de abrir Sus puertas para este trabajo me brindo todas las herramientas necesarias para su puntual desarrollo

Tabla De Contenido

Listado de Tablas.....	v
Tabla de Ilustraciones.....	¡Error! Marcador no definido.
Introducción.....	1
Justificación.....	3
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
Marco Teórico	6
Planta de Beneficio Animal.....	6
Sacrificio	7
Proceso de Beneficio Animal	7
Normatividad Aplicada para Plantas de Beneficio Animal	9
Residuos Sólidos Orgánicos	11
Heces	11
Contenido Ruminal.....	12
Compostaje.....	12
Inóculos	15
Ladrillos.....	18
Datos Generales Frigorífico San Isidro	19
Ubicación.....	19
Estudios Previos Realizados.....	21
Condiciones Meteorológicas de la Zona	21
Propuestas para Plan De Acción.....	22
Fase 1 Compostaje.....	22
Fase 2 Biodigestor	22
Fase 3 Ladrillos Ecologicos.....	22
Alternativa No. 1 Compostaje (3-6 Meses).....	24
Modelo Físico de Adecuación para Compostaje	25
Localización y Diseño del Espacio.....	26
Materiales	27

Sistema de Compostaje a Implementar	29
Pasó a Paso Construcción de Pilas	30
Algunos Consejos	¡Error! Marcador no definido.
Maduración del Compostaje	34
Alternativa No. 2 Biodigestor Anaerobio (6 MESES-1 AÑO)	38
Desarrollo de la Propuesta	39
Modelo Físico de Adecuación para Biodigestor	39
Construcción	40
Criterios a Considerar en el Diseño de un Biodigestor:	40
Biodigestor Tipo Hindú (Cúpula Flotante)	40
Estructura del Biodigestor Modelo Hindú Cúpula Flotante	41
Construcción del Biodigestor Hindú	42
Herramientas Necesarias:	43
Pasos Gráficos para Construcción del Biodigestor Hindú	45
Excavación del Pozo	45
Limpieza y Fundición de la Base del Pozo	45
Armado de Malla y Molde Metálico	46
Fundición Del Pozo Y Cámaras De Entrada Y Salida Del Biodigestor	47
Construcción de Campana y Colocación de Contra Pesos	48
Adaptación de la Campana	49
Adaptación de Sellos de Seguridad	50
Alternativa No. 3 Ladrillos Ecológicos (1-2 AÑOS)	53
Desarrollo de la Propuesta	53
Geometría Ladrillos Ecológicos	54
Elementos para su Realización	55
Instrucciones para la realización	56
Paso a Paso del Proceso	57
Conclusiones	62
Bibliografía	63

Listado de Tablas

Tabla 1 Clasificación Plantas de Beneficio Animal	6
Tabla 2 Diagrama Proceso de Beneficio de Ganado	7
Tabla 3 Desechos en el Proceso de Beneficio De Ganado	8
Tabla 4 Materiales que se Pueden Compostar en el Frigorífico San Isidro.....	28
Tabla 5 Herramientas Necesarias	28
Tabla 6 Sistema De Pilas.....	29
Tabla 7 Causas y Soluciones de Posibles Problemas del Compostaje	34
Tabla 8 Registró de Sanitización de Compost.....	37
Tabla 9Materiales para la Construcción de Biodigestor.....	42

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1 Normatividad General aplicada a plantas de manipulación de alimentos y plantas de beneficio animal.....	9
Ilustración 2 Normatividad usos Del Agua.....	10
Ilustración 4 Normatividad para Vertimientos.....	10
Ilustración 3 Normatividad para Vertimientos	10
Ilustración 5 Normatividad Residuos Solidos.....	11
Ilustración 6 Entradas Y Salidas de Proceso de Compostaje	15
Ilustración 7 Imagen Satelital Perímetro del Frigorífico San Isidro	19
Ilustración 8 Imagen Satelital Vía de Acceso Al Frigorífico San Isidro	20
Ilustración 9 Disminución de Peso y Volumen de los Residuos Orgánicos Durante el Compostaje....	26
Ilustración 10 Esquema de una posible distribución de pilas de compostaje	27
Ilustración 11 Dimensiones de las pilas de compostaje	30
Ilustración 12 Montaje de estructura de compostaje	31
Ilustración 13 Estructura De Un Biodigestor Modelo Hindú	42
Ilustración 14 Excavación de Pozo	45
Ilustración 15 Limpieza y Fundición de Base	46
Ilustración 16 Armado de Malla Y Molde Metálico	46
Ilustración 17 Fundición del Pozo y cámaras.....	47
Ilustración 18 Construcción de Campana Y Colocación de Contra Pesos	48
Ilustración 19 Adaptación de la Campana paso 1	49
Ilustración 20 Ilustración 18 Adaptación de la Campana paso 2	49
Ilustración 21 Adaptación de Sellos de Seguridad	50
Ilustración 22 Adaptación de Sellos de Seguridad	50
Ilustración 23 Adaptación de Sellos de Seguridad	50
Ilustración 24 Geometría Ladrillos	54
Ilustración 25 Paso 1 Construcción de Ladrillos.....	57
Ilustración 26 Paso 2 Construcción de Ladrillos.....	57
Ilustración 27 Paso 3 Construcción de Ladrillos.....	58
Ilustración 28 Paso 4 Construcción de Ladrillos.....	58
Ilustración 29 Paso 5 Construcción de Ladrillos.....	59
Ilustración 30 Paso 6 Construcción de Ladrillos.....	59
Ilustración 31 Paso 7 Construcción de Ladrillos.....	60
Ilustración 32 Paso 8 Construcción de Ladrillos.....	60
Ilustración 33 Paso 9 Construcción de Ladrillos.....	61

Introducción

Actualmente Bogotá cuenta con tres frigoríficos, conocidos como el San Martín, Guadalupe y San Isidro; presentados según el orden escrito en cuanto a su tamaño y cantidad de sacrificios realizados por día; es decir, el Frigorífico San Isidro es el más pequeño a nivel Bogotá generando 14 Toneladas de estiércol y contenido ruminal al día. Este dato fue confirmado gracias a información otorgada por los pasantes de ingeniería ambiental de dichos frigoríficos.

Este trabajo se realizó con la finalidad de aportar información para el diseño de unas alternativas para el manejo de residuos sólidos con base en la información obtenida de proveedores de tecnología, la revisión de la literatura encontrada respecto al tema y los diferentes escenarios que se presenten en el diseño propuesto para el frigorífico con el fin de estimar los flujos de entrada y salida de residuos y demostrar cuantitativamente que el proceso mencionado es una oportunidad de crecimiento económico y social respecto a los flujos de salida (estiércol generado).

La implementación de medidas sanitarias y ambientales permite al Frigorífico San Isidro, alcanzar el cumplimiento normativo, disminuir los conflictos con los vecinos, cuidar el medio ambiente y no perder competitividad.

El objetivo de proponer estas alternativas de manejo de residuos sólidos orgánicos es evaluar en forma prospectiva que tan efectivo será la combinación de tecnologías en distintas etapas de las alternativas encontradas en este documento, optimizando la minimización de la masa de residuos que termina en relleno o en algún lugar sin ningún tipo

de tratamiento y finalmente proyectándolo de forma física en el frigorífico. Es importante dejar en claro que además esta alternativa para el manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en el frigorífico San Isidro también incluyen dos medidas de solución: la implementación de un biodigestor anaerobio y la fabricación artesanal de ladrillos ecológicos a partir del estiércol bovino. Las tres alternativas fueron elegidas teniendo en cuenta las características geográficas y climáticas de la ubicación del frigorífico.

Esta es una propuesta para facilitar la toma de decisiones a los frigoríficos, asociada con temas sanitarios ambientales, sociales y económicos gracias a la implementación de prácticas más limpias a través de procedimientos, técnicas y control que han sido exitosamente aplicados en empresas de este sector.

Justificación

Estas alternativas de manejo de residuos sólidos orgánicos generados en el frigorífico San Isidro. Se presentan con la intención promover un cambio en la cultura donde la única meta no sea el ámbito económico sino un uso más racional de los residuos que esta industria genera pero que no se aprovechan, lo que redundará en una mejora ambiental, sanitaria y de responsabilidad social por parte de la empresa.

Las buenas prácticas ambientales y sanitarias para cada operación y para el frigorífico, son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles, que no producen una disminución de la calidad del servicio y que mantienen o mejoran las condiciones de seguridad personal del entorno, que se puedan aplicar tanto en instalaciones existentes como futuras.

La producción de carne y su industrialización posterior constituyen una parte importante de la industria alimentaria de Bogotá. En su conjunto, el sacrificio de ganado comprende la faena, el desposte para la producción de diferentes cortes; esto con el crecimiento que plantea el Frigorífico San Isidro está teniendo de sacrificar más cabezas de ganado al día lo que implica más recursos naturales utilizados y más residuos generados sin control.

El crecimiento descontrolado de los residuos sólidos orgánicos genera la necesidad de alternativas que partiendo del respeto al medio ambiente y la salud pública, concluyan el proceso de integración entre éstas y el crecimiento económico, es decir, alternativas que pongan en práctica el Desarrollo Sostenible y la responsabilidad social de la empresa.

La meta es garantizar que el Frigorífico San Isidro adopte medidas para la prevención de la contaminación que generan los residuos sólidos orgánicos, mediante la aplicación de las mejores técnicas ambientales y sanitarias disponibles, que no se produzca alguna contaminación importante, que los residuos inevitables se recuperen o se eliminen de manera segura, que se utilice la energía de manera eficiente, que se tomen medidas para prevenir los accidentes o que en caso de que se produzcan, limitar sus consecuencias y que el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio tras el cese de las actividades.

El conocimiento ya adquirido la tecnología en desarrollo ambiental fue pieza clave para la selección de las alternativas que se necesitaron para la elaboración de este diseño de manejo de residuos sólidos orgánicos, dado la importancia de las técnicas y conceptos que se aportan en el trabajo la implementación será eficaz y efectiva.

Objetivos

Objetivo General

Orientar y dar herramientas para toma de decisiones respecto al manejo de los residuos sólidos orgánicos que se producen en el Frigorífico San Isidro en materia ambiental y sanitaria.

Objetivos Específicos

Diseñar alternativas técnicas para el manejo de los residuos sólidos orgánicos del Frigorífico San Isidro buscando un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Orientar al equipo administrativo del Frigorífico San Isidro para un manejo sostenible de los residuos sólidos orgánicos generados.

Dar a conocer puntualmente el concepto, construcción, ventajas y desventajas de cada una de las alternativas de manejo que se darán para la optimización del manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en el Frigorífico.

Marco Teórico

Planta de Beneficio Animal

El Decreto Ley 1036 de 1991 hace una clasificación de las plantas de beneficio animal en el país, según la capacidad de sacrificio, disponibilidades técnicas y la dotación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1 Clasificación Plantas de Beneficio Animal

CLASE DE PLANTA	TURNOS (HORAS)	CAPACIDAD DE SACRIFICIO DIARIO
I	8	más de 480 reses y más de 400 cerdos
II	8	más de 320 reses y más de 240 cerdos
III	8	más de 160 reses y más de 120 cerdos
IV	8	más de 40 reses y más de 40 cerdos
Mínimo	hasta 2000 habitantes	2 reses y 2 cerdos (por hora)
Planchones		no considerado en el Decreto

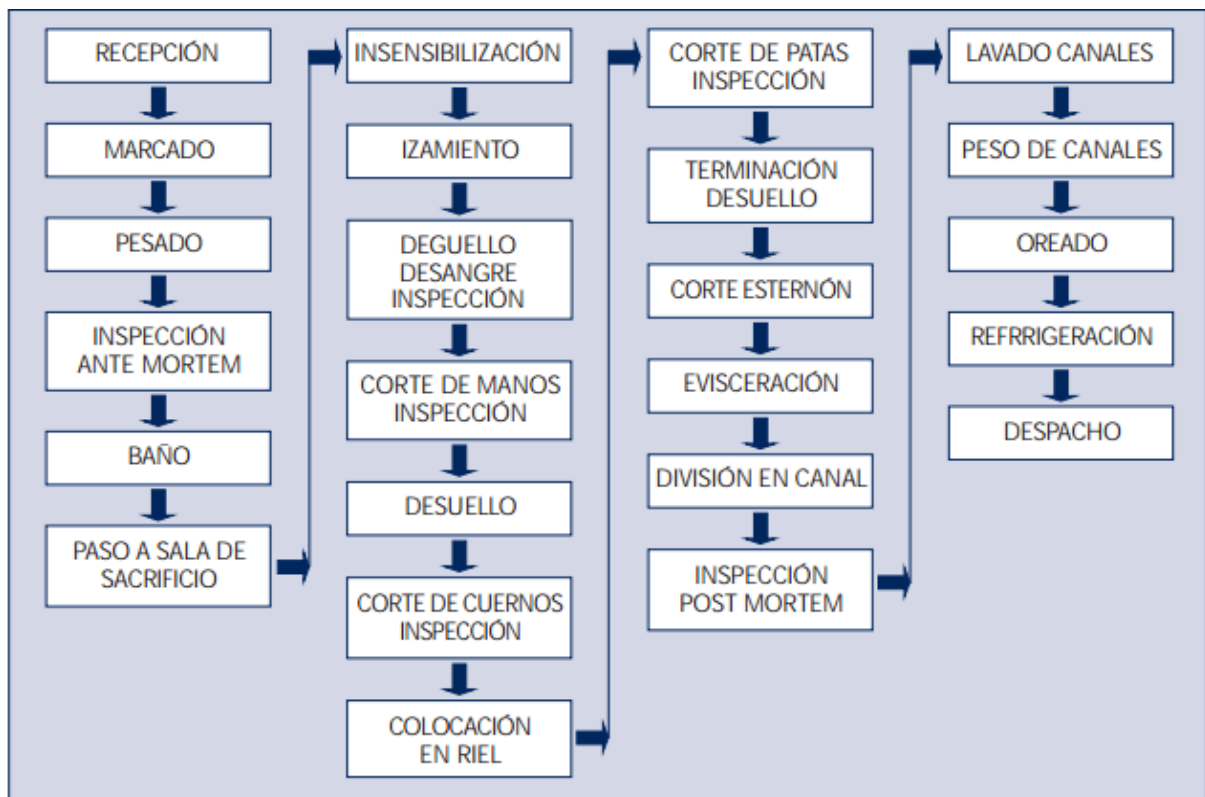
Fuente: Guía Empresarial Plantas De Beneficio Animal. (2003)

Sacrificio

Según el Ministerio de Salud de Colombia (2003), el sacrificio es un proceso que se efectúa en un animal de abasto público para darle muerte, es decir desde el momento de insensibilización hasta su sangría mediante la sección de los grandes vasos sanguíneos.

Proceso de Beneficio Animal

Tabla 2 Diagrama Proceso de Beneficio de Ganado



Fuente: Guía Empresarial Plantas De Beneficio Animal. (2003)

Tabla 3 Desechos en el Proceso de Beneficio De Ganado

RECURSO	PROCESO	DESECHO
Animal	Recepción del animal	Estiércol, orina
	Inspección del animal	Animales decomisados
Agua	Lavado del animal	Aguas residuales: materia orgánica, lodo
Choque eléctrico	Insensibilización y sangría	Sangre
Con pistola	Retiro de patas y cabeza	Goteo de sangre, cascos Cuernos
	Desuello	
	Corte de esternón	Astillas de hueso
Agua fría y caliente	Retiro y arreglo de viseras	Agua sanguinolenta, rumen, grasas, peladuras, malos olores, fetos, recortes
	Inspección post-mortem	Órganos decomisados
	Separación de canales	
	Oreo	

Fuente: tomado y modificado de Guía Empresarial Plantas De Beneficio Animal. (2003)

Normatividad Aplicada para Plantas de Beneficio Animal

A continuacion se muestra una serie de ilustraciones con la normatividad mas destacable que se debe tener en cuenta en los procesos de beneficio animal.

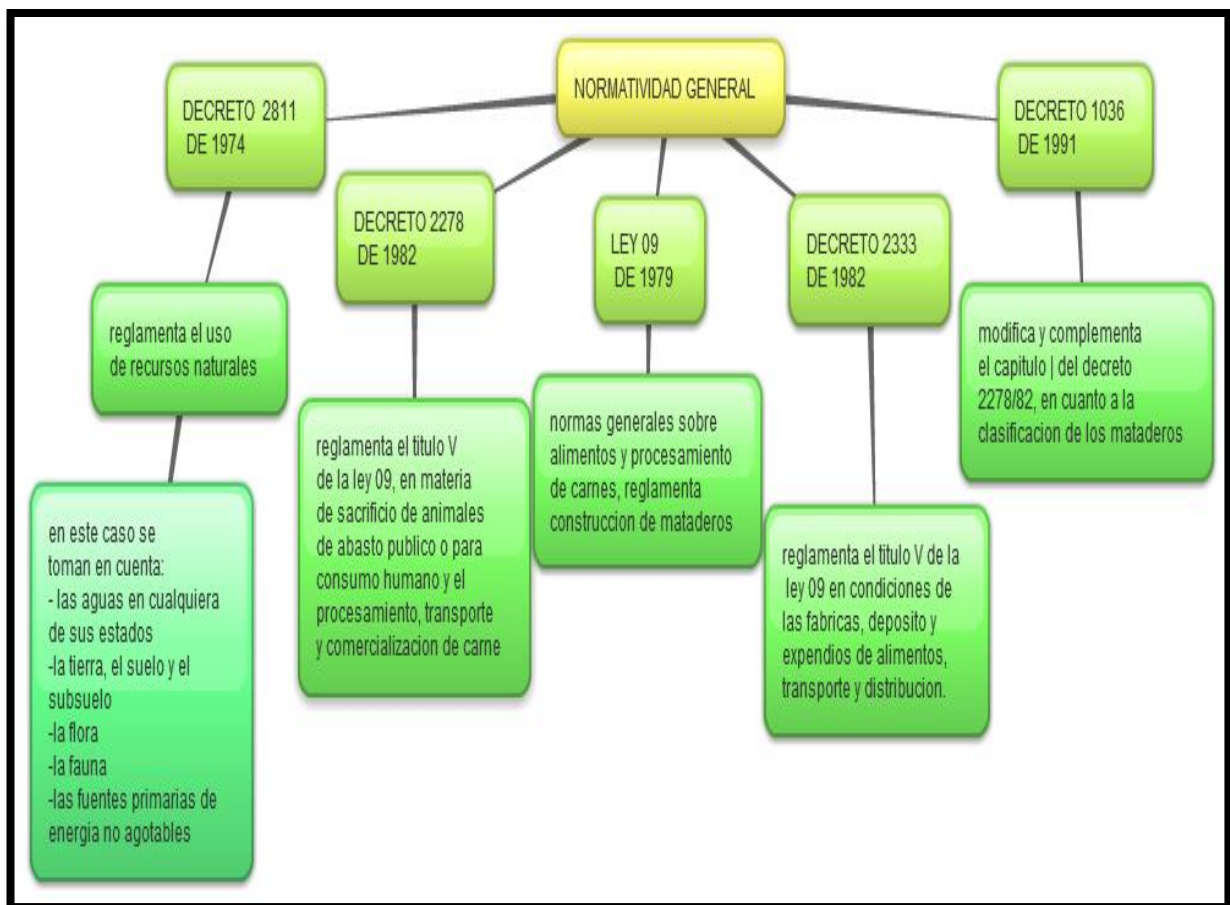


Ilustración 1 Normatividad General aplicada a plantas de manipulación de alimentos y plantas de beneficio animal

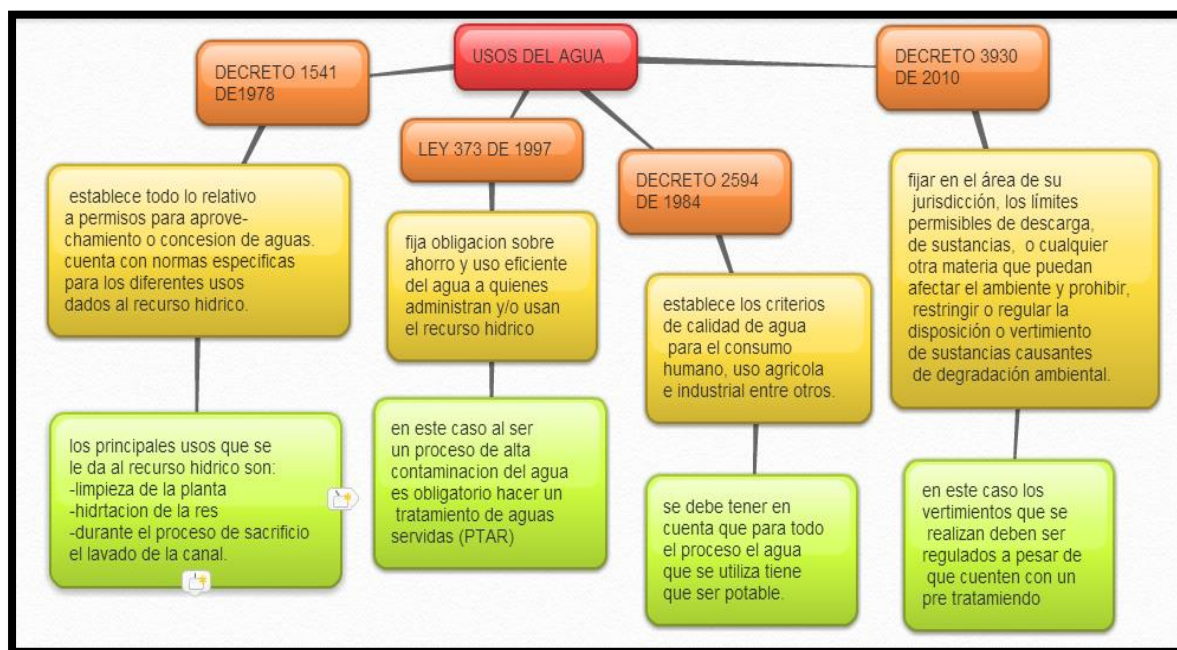


Ilustración 2 Normatividad usos Del Agua

Ilustración 4 Normatividad para Vertimientos

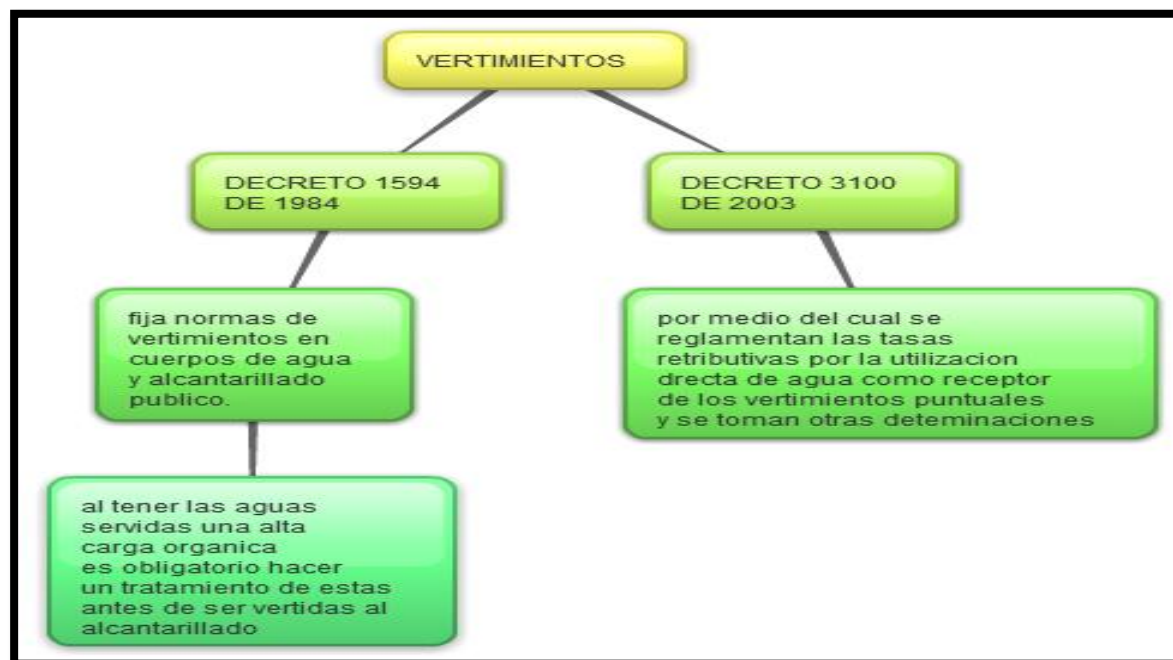


Ilustración 3 Normatividad para Vertimientos

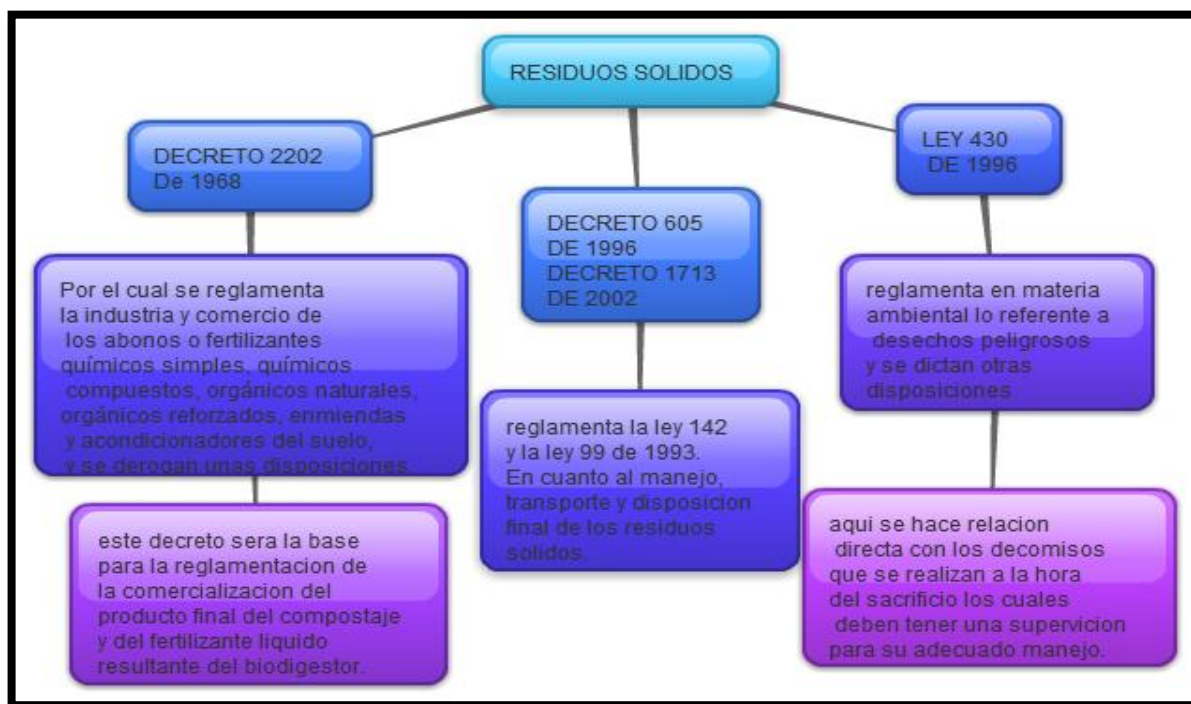


Ilustración 5 Normatividad Residuos Solidos

Residuos Sólidos Orgánicos

Según la revista “Ecomarca”, números 1 y 2 (2007), los residuos sólidos orgánicos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos.

Heces

Diccionario de medicina (2011), las heces es un residuo producido por la digestión y posterior absorción de nutrientes de los alimentos ingeridos. Las heces poseen una composición muy compleja que depende de las necesidades y de la fisiología de cada sujeto; en general, sus componentes principales son el agua y diversas sustancias sólidas como las

fibras indigeribles (celulosa), sustancias inorgánicas, grasas, células descamadas de la mucosa intestinal, bacterias y moco.

Contenido Ruminal

Owens y Goetsch, (1988) lo definen como la materia orgánica encontrada dentro de los estómagos de los rumiantes, compuesta principalmente de contenido vegetal en proceso de digestión y jugos gástricos, En ovejas el volumen ruminal es de unos 5,3 L o 13% de su peso corporal, mientras que en bovinos el volumen es de unos 48 L o 15-21% del peso corporal.

Phillipson (1981) reporta contenidos ruminales de 4-6 kg en ovinos y 30-60 kg en los bovinos, variando con la dieta y la tasa de pasaje a través del tubo digestivo.

Compostaje

- Proceso biooxidativo controlado que involucra un sustrato orgánico heterogéneo; evoluciona pasando a través de una fase termofílica y una liberación temporal de fitotoxinas; y permite la producción de dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (Zucconi, 1987 citado por Mathur, 1991).
- Descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas (INTEC, 1997).
- Fermentación aeróbica de una mezcla de materiales orgánicos en condiciones específicas de aireación, humedad, temperatura y nutrientes, y con la intervención de bacterias, hongos y numerosos insectos. (Labrador, 1996).

Compost inmaduro: materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílica y termofílica del proceso de compostaje, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración requeridas para obtener un compost maduro.

Compost maduro: compost que ha finalizado todas las etapas del proceso de compostaje

Etapas en el proceso de compostaje:

Alcolea y González (2000) lo definen como el proceso que se identifican por características propias de cada una de ellas y estos permiten reconocer las etapas mesofílica, termofílica, de enfriamiento y maduración.

Pila:

Alcolea y González (2000) afirman que una pila de compost es el método más adecuado en esta situación se toma como un depósito o espacio en el que se encuentran las materias en compactación vertical de forma ordenada en filas.

Piscina

Alcolea y González (2000) explican que las piscinas de compostaje son un lugar físico destinado para el compostaje con suelo impermeable para impedir la infiltración de líquidos generados en el proceso al terreno, cerrado y techado para evitar la salida de olores y permitir un control adecuado sobre el proceso de compostaje

CONDICIONES DEL PROCESO

Alcolea y González (2000) señalan que los protagonistas en el compostaje son los microorganismos, y para que estos puedan trabajar en las mejores condiciones se debe:

- Preparar una mezcla de residuos esponjosa.
- Aportar materia orgánica de composición diversa.

- Disponer de oxígeno (aire) suficiente.
- Tener un grado de humedad adecuado.
- Tener una temperatura adecuada.

La mezcla de diferentes tipos de residuos orgánicos, equilibra la humedad y la estructura. Por ejemplo, los restos de cocina, hojas, césped y otros materiales húmedos, se deben mezclar con ramas, arbustos y otros restos de poda más secos y estructurales, para componer una matriz suficientemente esponjosa que ayude a la descomposición del estiércol que se quiere tratar en el Frigorífico.

Alcolea y González (2000) dicen que la relación C/N equilibrada normalmente asegura que el resto de nutrientes necesarios (P, K, S, Ca) estén presentes en cantidades adecuadas para que el proceso de descomposición sea óptimo, se necesita la presencia de aire. Una pila bien estructurada permite que el aire llegue a todas partes del material y así este pueda descomponer (descomposición aeróbica). Cuando el material es demasiado denso y falta aire, este se pudre descontroladamente (descomposición anaeróbica) y aparecen los malos olores como resultado.

Alcolea y González (2000) afirman que la humedad es un factor importante del proceso. Si falta agua, el proceso se realiza y la descomposición no es completa. Por el contrario, si se aporta agua en exceso, esta tiende a ocupar los poros desplazando el aire y provocando que el material se pudra.

La evolución de temperaturas durante el proceso está íntimamente relacionada con la actividad biológica, pero también influyen otros factores (cantidad de residuos, clima, sistema de compostaje, localización, frecuencia de riegos y volteos). Por ejemplo un material muy seco, no se calentará y no se realizará la descomposición.

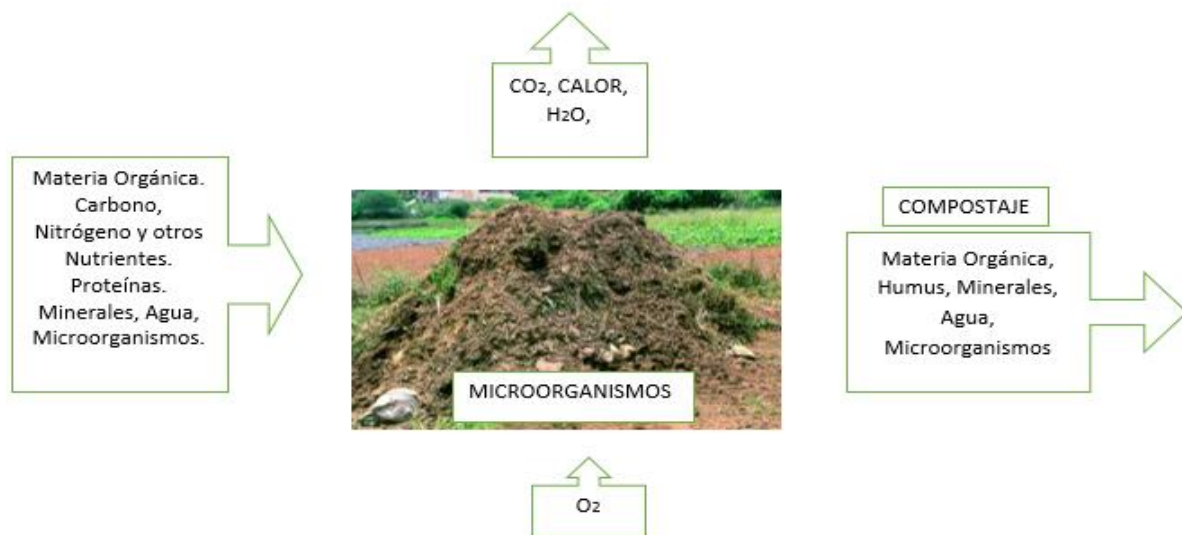


Ilustración 6 Entradas Y Salidas de Proceso de Compostaje Fuente: tomado y modificado de Alcolea y González, (2000) Manual de compostaje doméstico.

Inóculos

Alcolea y González (2000) dicen que para activar el proceso de compostaje se puede emplear de inóculos que son microorganismos capaces de acelerar el proceso obteniendo resultados en menos tiempo, aunque estos no son imprescindibles para compostar con éxito. De hecho, los residuos y el medio ambiente en general, ya contienen los microorganismos necesarios para la descomposición. Además, cuando el material esta en contacto directo con la tierra se facilita la actuación de su fauna (gusanos, bacterias, hongos,...).

Biodigestor

Muñoz (2010) “Con base en el tratado de Kioto (1997) un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es en su forma más simple, es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos animales desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y pos tratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano llamada biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. Como resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas se debe controlar ciertas condiciones pH, presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento.

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.”

CONDICIONES NECESARIAS

Manual de biogás (1991) La degradación anaerobia es producida por bacterias metanogenicas (en su tercera fase) que participan en la descomposición de desechos orgánicos en un ambiente húmedo, sin oxígeno y con una temperatura adecuada (aproximadamente 35°C menos temperatura se requiere de más tiempo para producir la digestión anaerobia). También se requieren de otros parámetros como:

- HERMETISMO: ambiente completamente hermético
- PRESION: la presión manométrica óptima es de 6 cm de agua dentro del biodigestor.
- TIEMPO DE RETENCION (TR): es el tiempo que se demora desde el momento de la carga del biodigestor hasta la obtención de biol de buena calidad. En algunos casos el TR va desde los 53 días hasta los 75 días dependiendo de la temperatura. Tiempo corto de retención: mayor calidad de biogás, biol de baja calidad. Tiempos largos de retención: baja cantidad de biogás con biol de buena calidad.
- pH: es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. Los valores óptimos de operación oscilan entre 6.7 y 7.5 con los límites de 6.5 a 8.0.

La estabilidad del proceso anaerobio depende de los factores mencionados anteriormente, siendo los principales la temperatura y el pH del material biodegradado, aspectos que en el campo son de fácil obtención, control y manejo.

Ladrillos

Según el Diccionario de arquitectura y construcción (2015), los ladrillos son piezas en forma de paralelepípedo resultantes de la cocción de tierras arcillosas, el ladrillo es el material de construcción más antiguo fabricado por el hombre. Los primeros ladrillos se fabricaron en Oriente Medio hace más de 6.000 años utilizándose un método primitivo, todavía vigente en cabañas de adobe de África y centro y Sur América. Se fabricaban allí donde se disponía de arcilla: zonas próximas a los ríos o llanuras aluviales.

El ladrillo ha sido un material muy apreciado en zonas del norte de Europa: Países Bajos, Alemania y Gran Bretaña, donde se utilizaba en edificios domésticos o en palacios y castillos.

En la actualidad el ladrillo es un material muy presente en el ámbito doméstico. A lo largo del siglo XX reconocidos diseñadores y arquitectos han demostrado en forma fehaciente el papel contemporáneo que puede asumir el ladrillo.

Datos Generales Frigorífico San Isidro

Ubicación

El Frigorífico San Isidro está ubicado en Usme Gran-Yomasa, Carrera 6H # 113 – 20 sur. Los proyectos mencionados en el documento están ubicados en el área sur-oriental dentro del perímetro del frigorífico ocupando aproximadamente 200 m² (señalados con círculos rojos en la ilustración 6); teniendo en cuenta que el frigorífico cuenta con un espacio de 2.6 Ha de espacio total en el cual 800m² son infraestructura del proceso de sacrificio.



Ilustración 7 Imagen Satelital Perímetro del Frigorífico San Isidro Fuente: google maps(2014)

La vía principal de acceso al frigorífico San Isidro es la Avenida Boyacá que se encuentra a 300 metros de distancia.



Ilustración 8 Imagen Satelital Vía de Acceso Al Frigorífico San Isidro Fuente: google maps (2014)

Estudios Previos Realizados

- Cantidad de personal : 46 empleados
- Cantidad de reses sacrificadas : 160 reses día
- Altitud: 2930 msnm

Condiciones Meteorológicas de la Zona

A continuación se presentara una serie de datos respecto a las condiciones meteorológicas que imperan en la ciudad de Bogotá - localidad de Usme que hacen parte de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C.; sitio donde se localiza el frigorífico San Isidro.

Esto sirvió para hacer una aproximación de las condiciones climáticas generales de esta zona y de igual forma ayudo para el desarrollo de cada propuesta encontrada en este documento ya que cada una de estas debe estar adaptada a las condiciones climáticas en las que se van a adecuar.

- Temperatura media: 13.4°C
- Velocidad del viento: 3.46 m/seg
- Humedad relativa máxima anual: 86.9 %
- Precipitación: el índice de precipitación (%) es de 88.6 siendo abril – mayo y septiembre- diciembre, las temporadas más secas se pueden apreciar entre los meses de enero- febrero y junio – agosto

Propuestas para Plan De Acción

A continuación se dará a conocer tres diseños técnicos para el manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en el frigorífico teniendo en cuenta las diferentes condiciones medio ambientales y sanitarios presentes en el sitio de adecuación de cada proyecto.

Este plan de acción cuenta con tres fases especificadas cada una de ellas en cuanto tiempo requerido, un presupuesto aproximado, personal requerido, proceso para llevar cabo cada propuesta.

Se espera que estos diseños sean de gran ayuda para tomar la mejor decisión respecto al manejo de los residuos sólidos orgánicos generados en esta industria.

Fases del proyecto

Fase 1: Implementación estructura para realizar pilas de residuos sólidos orgánicos y así cumplir con el desarrollo del proceso de compostaje.

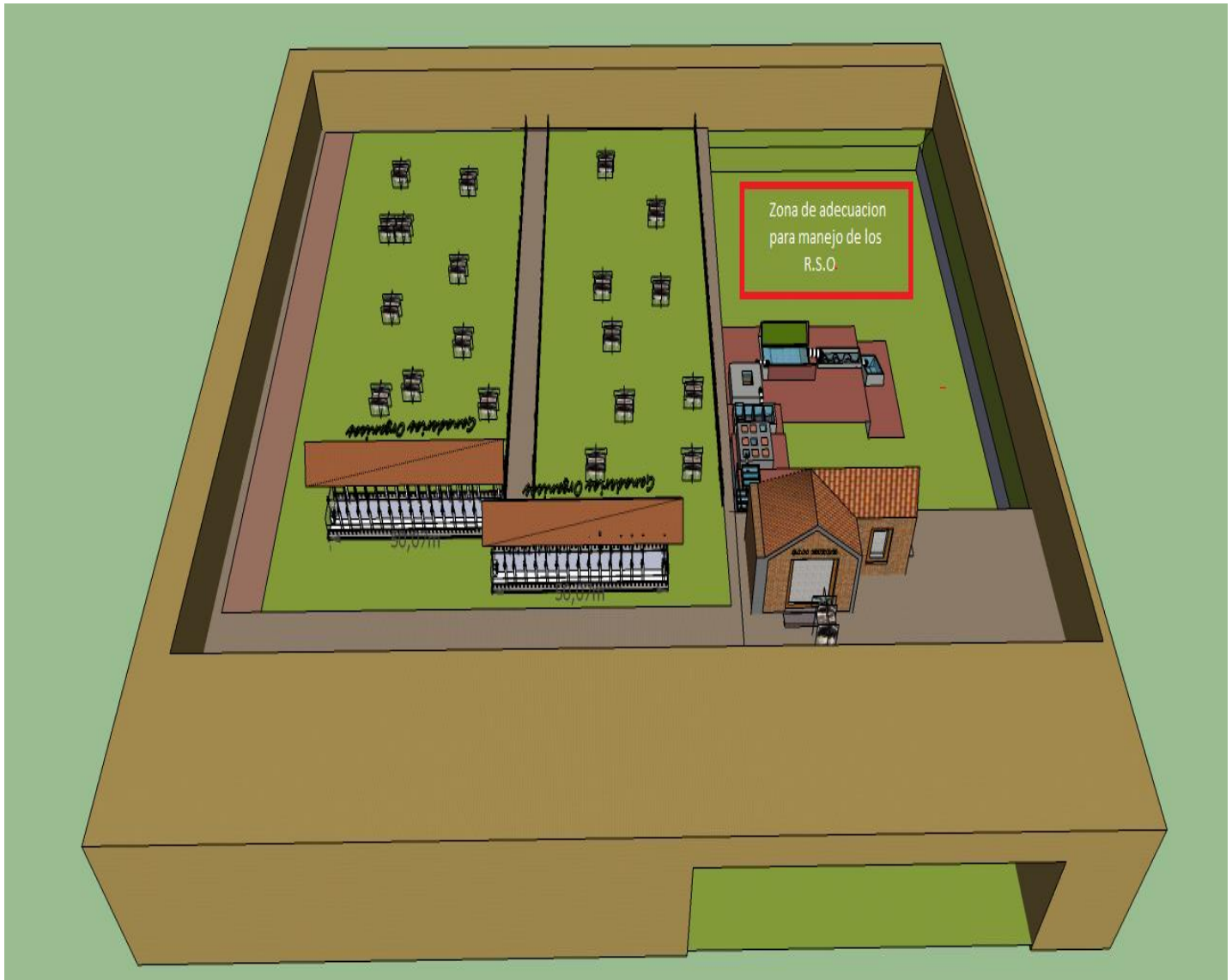
Fase 2: Implementación sistema de digestión para descomposición de la materia orgánica generada en el Frigorífico San Isidro, para el posterior aprovechamiento del gas metano producido por el digestor y los lixiviados de igual forma producidos por la descomposición de la materia orgánica.

Fase 3: Elaboración artesanal de ladrillos ecológicos utilizando estiércol sobrante de las dos fases anteriores.

La zona de adecuación sugerida para el proyecto de preferencia de la administración del frigorífico estará ubicada en la zona SUR- OCCIDENTAL de este, ya que es la zona en la

que se encuentra la PTAR y esto puede facilitar algún tipo de proceso de tratamiento de agua que se pueda contaminar con alguno de estos procesos.

A continuación se mostrara una ilustración en donde se podrá apreciar con un recuadro rojo la ubicación de las alternativas sugeridas en el presente documento.



Fuente: “La Autora, 2014”, Alternativas Para el Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos del Frigorífico San Isidro S.A.

Alternativa No. 1 Compostaje (3-6 Meses)

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	PPML 1
OBJETIVOS	
Identificar el tipo de residuos sólidos que se generan en el frigorífico	
METAS	
° caracterización de los residuos orgánicos generados en el frigorífico ° Generación de alternativas adecuadas para la implementación de pilas de compostaje	

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL FRIGORÍFICO														PYPML 1		
INDICADORES	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA SEMANAS (12semanas-480 horas)												PROCESO	RECURSOS
Disminución de costos en el servicio de aseo.	Capacitación de personal	Administrador	x	x											Manejo De Residuos Sólidos Orgánicos	Residuos Sólidos Orgánicos
	Caracterización de residuos (cuarteo)			x	x											
	Separación de residuos para realizar respectivo manejo				x	x	x	x	x	x	x	x	x	X		
	Implementar programa de compostaje para residuos (contenido ruminal, heces)					x	x	x	x	x	x	x	x	X		
	Revisión de la gestión de manejo de los residuos sólidos orgánicos										x	x	X			
	Presentación de resultados													X		

Modelo Físico de Adecuación para Compostaje



Fuente: “La Autora, 2014”, Alternativas Para el Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos del Frigorífico San Isidro S.A.

Guerrero y Monsalve (2007), un bovino de 150 Kg. Produce 7.5 Kg. de estiércol por día con 85% de agua, 0.5% N, 0.15% P (P205) y 0.5% K (K20). La aplicación del abono o del estiércol mismo activa la micro y macro fauna en el suelo y mejora la estructura.

Para tener una idea del flujo de materiales, si se trata 1000 kg. De residuos orgánicos, al finalizar el compostaje, se obtienen entre 30-40 kg. De compost, algo menos de la mitad del material inicial; el resto, se evapora en forma de vapor de agua.

Entonces como en el frigorífico San Isidro se tratan aproximadamente 14.000 Kg de residuos orgánicos, al finalizar el compostaje se obtendrán entre 430- 560 Kg de compost.

Esto se puede apreciar en siguiente gráfico:

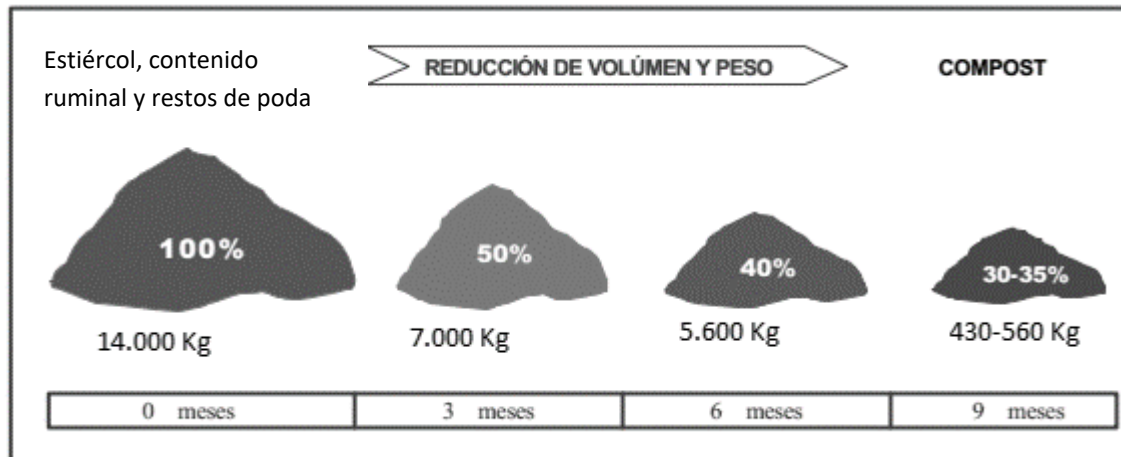


Ilustración 9 Disminución de Peso y Volumen de los Residuos Orgánicos Durante el Compostaje Fuente: Tomado y modificado de Alcolea y González, (2000) Manual de compostaje doméstico

Durante el proceso, como consecuencia de la oxidación del carbono a dióxido de carbono, se produce energía en forma de calor. Esta, queda retenida en la masa de residuos que se está transformando, de forma que el material se va calentando, llegando a alcanzar los 75°C en las zonas interiores del montón.

Mediante el compostaje, solo se trata de proporcionar las condiciones adecuadas para acelerar el proceso.

Localización y Diseño del Espacio

En primer lugar debe disponerse de espacio suficiente para compostar pensando en la superficie que ocupa el material y un espacio adicional para manejarlo.

La localización más apropiada es un lugar discreto pero de fácil acceso, que permita trabajar sin dificultades.

Estará ubicado a mínimo 30 metros de distancia de residencias vecinas y en este caso del colegio aledaño al frigorífico.

Conviene que el lugar esté un poco resguardado de condiciones meteorológicas adversas para no exponer el material continuamente a lluvia, viento y sol, evitando que los residuos se humedezcan o sequen demasiado.

ESQUEMA DE UNA POSIBLE DISTRIBUCION

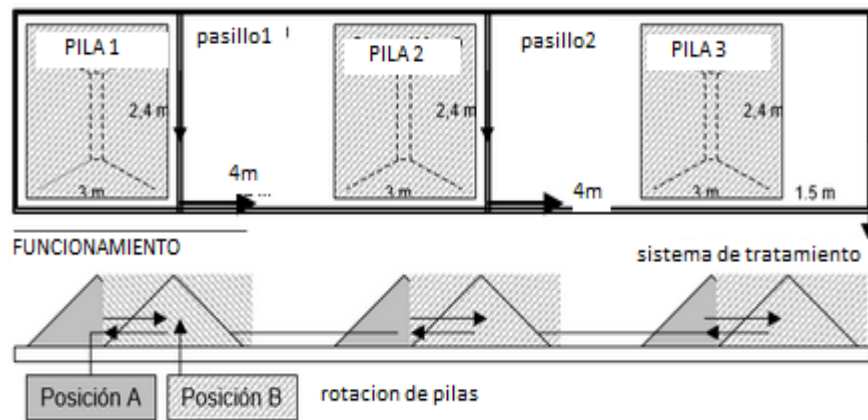


Ilustración 10 Esquema de una posible distribución de pilas de compostaje Fuente: Tomado y modificado de Guía Para El Manejo De Residuos En Rastros Y Mataderos Municipales (2007)

Materiales

Materias primas para el compostaje

Los materiales que se van a compostar son los residuos de origen orgánico. Principalmente se agrupan en residuos producidos en la cocina, y los producidos en el proceso de sacrificio animal (estiércol y contenido ruminal).

A continuación se detallan de las propiedades de cada residuo y su efecto en el compostaje, pero se deben tomar estas indicaciones como una orientación ya que no pretenden restringir los residuos a utilizar únicamente son una fuente de información que permite decidir con que materiales trabajar.

Abusar de un residuo puede provocar algunos problemas y si se decide trabajar en estas condiciones, conviene conocer las consecuencias.

Tabla 4 Materiales que se Pueden Compostar en el Frigorífico San Isidro

RESIDUO	EFEECTO
Restos de verdura y fruta	Descomposición rápida, no genera problemas
Restos de carne	Puede causar olores o atraer insectos o animales
Huesos	Descomposición lenta, mejoran la estructura
Pasta y arroz hervido	Causa compactación en grandes cantidades
Cascara de huevo	Descomposición lenta, aporta calcio
Recortes de césped	Produce compactación
Restos de poda, hojas secas	Descomposición lenta, mejoran la aireación
Estiércol	Descomposición rápida, mejora estructura

Fuente: tomado y modificado de Guía Empresarial Plantas De Beneficio Animal. (2003)

La elaboración de compost, necesita de utensilios básicos que resultarán útiles para el manejo del material:

Tabla 5 Herramientas Necesarias

UTENSILIOS	FUNCION
Recipiente	Recogida de fracción orgánica de la cocina
Tijeras de jardinería	Trocear restos de poda
Pala	Mezclar, voltear y mullir el material

Regadora, manguera	Humedecer el material
Criba (0,5-1 cm de luz)	Separa el material grueso; se suele reincorporar a la pila
Carretilla	Transporte de material y compost
Guantes	Manipulación de material

Fuente: “La Autora, 2014”. Alternativas Para El Manejo De Los Residuos Sólidos Orgánicos Del Frigorífico San Isidro S.A.

Sistema de Compostaje a Implementar

Tabla 6 Sistema De Pilas

OBSERVACIONES	PILAS
Instalación	Si requiere
Inversión	Si requiere
Accesibilidad	Permite disponer del compost fácilmente
Estética	Ubicar en lugar discreto
Espacio	Ocupan gran espacio
Seguridad	Es muy accesible
Limitaciones	No dejar acercar animales domésticos
Volteos	Fácil manejo

Fuente: Tomado y modificado de Alcolea y González, (2000) Manual de compostaje doméstico

El compostaje en pilas es el sistema más sencillo. Se construye directamente sobre el suelo, donde se van depositando, por capas, los diferentes tipos de residuos formando una pila.

Las dimensiones mínimas que debe mantener la pila, son de 3m de base por 1.5 m de alto. La longitud mínima también es de 2.4 m, pero esta va incrementando según se van generando residuos. Así a lo largo de la pila se tiene zonas con materiales con diferente grado de descomposición.

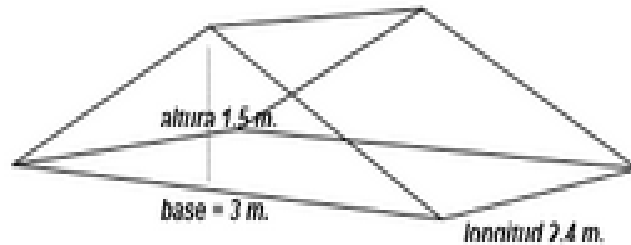


Ilustración 11 Dimensiones de las pilas de compostaje Fuente: Tomado y modificado de Guía Para El Manejo De Residuos En Rastros Y Mataderos Municipales (2007)

Pasó a Paso Construcción de Pilas

Recolección de materia prima

Los restos secos de la poda se pueden reservar apilados sin que composten fácilmente, con lo cual se pueden guardar para incorporar al proceso poco a poco, en función de las necesidades.

Los otros residuos se agregan al proceso lo antes posible. Este tipo de residuos no es aconsejable mantenerlos más de tres días, ya que se inicia la descomposición, produciendo malos olores.

Preparación

Para trabajar en las mejores condiciones de proceso interesa que los materiales tengan un tamaño de partícula reducido y homogéneo, para favorecer la descomposición y una correcta mezcla de materiales que configurará una buena estructura.

Los restos de cocina y la fracción más verde de las podas normalmente no precisan de ninguna preparación, se van añadiendo al proceso según se generan. En el caso de la poda, con proporciones importantes de ramas grandes y madera, si conviene reducir su tamaño. Para ello se emplean trituradoras comerciales de pequeñas dimensiones. Si no se quiere

asumir el costo de este equipo, también se puede reducir el tamaño del material con alguna herramienta manual, pero el resultado final no será tan bueno. Otra opción, cuando el material no es muy grueso, es prescindir del triturado, pero en este caso se debe tener en cuenta que a este material le va a costar mucho compostar, de forma que o se prolonga el tiempo de compostaje o al final del proceso, se tiene que separar la poda del material compostado.

Montaje de Estructura

Los residuos deben apilarse en los compartimientos A y A1 primero, cuando estos se llénen se comienzan a usar los C y C1. Se recomienda que la primera capa de estos compartimientos sea de un material como en el apilamiento de la siguiente Figura. Los compartimientos del compostero están listos para recibir los residuos del rastro siguiendo las mismas instrucciones para el compostaje descrito primeramente.

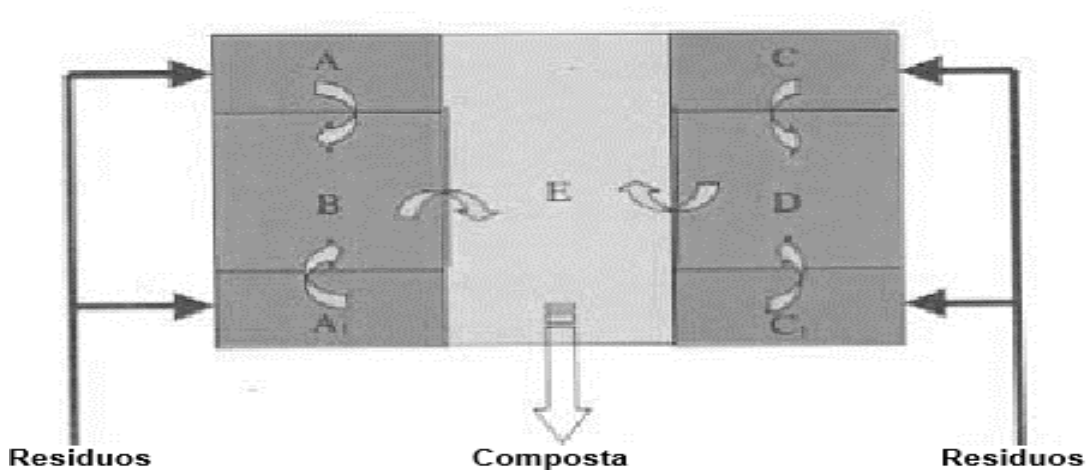


Ilustración 12 Montaje de estructura de compostaje Fuente: Tomado y modificado de Guía Para El Manejo De Residuos En Rastros Y Mataderos Municipales (2007)

Se empieza la preparación del montón con una capa de unos 10 cm de material vegetal, esto facilitará la aireación y drenaje del material que se dispondrá encima.

A partir' de esta primera capa, se disponen sucesivas capas de un grosor inferior a 15 cm de residuos domésticos y de poda, a medida que se van generando. Para configurar una buena estructura al montón, se debe tener en cuenta las diferentes propiedades de cada tipo de material.

Se monta la capa de estiércol no mayor a 15 cm de ancho.

Se sigue el anterior procedimiento hasta cumplir con las dimensiones de pila ya mencionadas.

Una correcta mezcla de materiales aportará las condiciones óptimas de textura, humedad y nutrientes para el proceso, se debe equilibrar la fracción verde y marrón aportada. Cuando el proceso incorpora también residuos domésticos, se combinan con la fracción verde y marrón de los residuos de la poda, procurando que queden enterrados.

Durante el proceso se debe cuidar de:

Voltear el material una o dos veces al mes mientras dura el proceso. Esta operación, tiene dos funciones esenciales, por un lado mezcla los materiales del montón, homogeneizando y poniendo en contacto todo el material con las diferentes zonas de temperatura. Y por otro, airea el montón, evitando posibles zonas sin oxígeno.

El volteo se aprovecha para controlar que el proceso esté trabajando normalmente y para regar los materiales si se nota que están muy secos o añadir estructurante si están demasiado húmedos.

Para el volteo de las pilas se debe extender todo su material para así poderlo reacomodar.

Si se tiene una buena mezcla de materiales, no es imprescindible realizar los volteos, solo se debe tener en cuenta que se tarda más tiempo en obtener un compost terminado.

Y por último, se afina el material

Normalmente, al final del proceso de compostaje, se encuentran algunos restos de ramas, huesos y otros materiales que compostan muy lentamente. Según el uso que se vaya a dar al compost, debe tamizar y así obtener un material más fino.

El tamizado puede realizarse manualmente, pasando el compost por un tamiz de unos 10 mm. Obteniendo una fracción fina y otra gruesa, la cual, se puede reincorporar a un nuevo montón como material estructurante y fuente de carbono.

Tabla 7 Causas y Soluciones de Posibles Problemas del Compostaje

Efecto observado	Causas posibles	Soluciones
Baja temperatura del material	Hay poco material	Incrementar el volumen de material y/o cubrir
	Poca humedad	Añadir agua mientras volteas
	Poca aireación	Voltear
	Déficit de nitrógeno	Mezclar componentes nitrogenados (estiércol, césped, ...)
	Bajas temperaturas ambientales	Incrementar el volumen de material y/o cubrir
	Exceso de lluvias	Voltear y añadir material absorbente y drenante (poda, serrín, ...)
Olor a podrido	Exceso de humedad (falta de oxígeno)	Voltear, mezclar material estructurante (serrín, poda, ...)
	Compactación.	Voltear, mezclar material estructurante
Olor de amoníaco	Exceso de nitrógeno, asociado posiblemente con humedad elevada y condiciones anaeróbicas	Mezclar componentes mas secos y con mayor contenido en carbono (serrín, poda, ...)
Altas Temperaturas	Insuficiente ventilación	Voltear
Capa blanca sobre el material	Hongos	No representa ningún problema, son consecuencia de la actividad microbiana
Presencia de pequeñas setas		No representa ningún problema.
Plagas		
Moscas	Exceso de humedad	Mezclar bien con material estructurante
	Los restos de fruta atraen a pequeñas moscas	La mosca de la fruta contribuye a la descomposición
Gusanos blancos y gordos	Normalmente son larvas de mosca que proliferan cuando hay mucha humedad	Mezclar con material estructurante
Roedores	Atracción por algún material	Mezclar bien materiales y cubrir
Otros Insectos	Condiciones ambientales favorecen la proliferación	No representa ningún problema, también son descomponedores

Fuente: Alcolea y González, 2000 Manual de manejo de compostaje.

Maduración del Compostaje

Según Alcolea y Gonzales 2000, la duración del proceso es variable, ya que depende de muchos factores como, las condiciones climáticas, los cuidados, o el tipo de materiales que se incorporan. Normalmente, en este tipo de compostaje transcurren entre 6 y 12 meses para obtener compost maduro.

Las características físicas del compost varían durante el proceso, adquiriendo diferente aspecto. Se reconoce cuando está maduro porque:

- El material se ha enfriado y reducido el volumen aproximadamente una tercera parte del original.
- El compost, es de color marrón oscuro o negro, y con un olor agradable, a tierra de bosque.
- Su aspecto ha de ser homogéneo, y no se han de diferenciar los restos orgánicos que se han ido incorporado.
- Es ligero y esponjoso. Se puede desmenuzar fácilmente con las manos y no se compacta al presionarlo.

Parámetros a tener en cuenta en el composteo

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro-negro ceniza
Olor	sin olor desagradable
PH	alcalino (anaerobic. ,55°C,24 hs)
C/N	> =20
Nºde termófilos	decreciente a estable
Respiración	0 < 10 mg/g compost
Media	0 < 7.5 mg/compost
COD	< 700 mg/g (peso seco)
ATP	decreciendo a estable
CEC	> 60 meq./100 libre de cenizas
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose-estable
Polisacáridos	< 30-50 mg glucidos/g. peso seco
Reducción de azucars	35%
Germinación	< 8
Nemmatodes	Ausentes

Fuente: Uso Del Contenido Ruminal Y Algunos Residuos De La Industria Cárnica En La Elaboración De Composta (2003)

Ventajas para el Frigorífico

- Es un sistema de reciclaje, con una útil valorización del residuo.
- Optimiza los recursos existentes en cada zona al aprovechar los residuos que se producen en ella.
- Reduce el volumen de residuos.
- Producto comercializable.
- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación.
- Disminuye la contaminación por metales pesados presentes en los residuos, ya que el compostaje reduce la disponibilidad de éstos, posiblemente debido a la formación de complejos o a la adsorción por sustancias húmicas (Korboulewsky et al., 2002)

Desventajas para el Frigorífico

- Alta inversión inicial
- Disponibilidad de terreno

Tabla 8 Registro de Sanitización de Compost

Responsable:	
Numero De Pila	
Dimensiones de la Pila: LARGO _____ ANCHO _____ ALTO _____	
Fecha de inicio (cuando se termine de armar pila)	
Fecha de volteo	
Temperatura registrada(T 55°-60°)	
Fecha de retiro del compostaje (3 días después de la fecha de inicio)	
Fecha de evacuación	

Fuente: tomado y modificado de Manual de residuos orgánicos (FENAVI)

Alternativa No. 2 Biodigestor Anaerobio (6 MESES-1 AÑO)

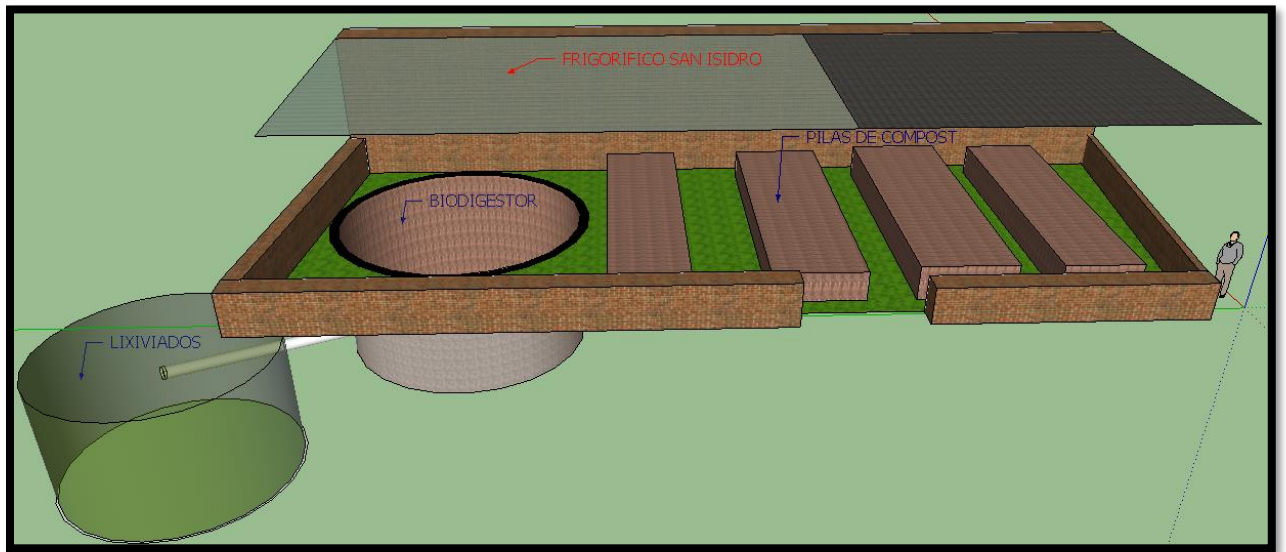
PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	PPML 2
OBJETIVOS	
Implementación de sistema de digestión anaerobia para descomposición de materia orgánica	
METAS	
° obtención de gas metano a partir de biodigestor	

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL FRIGORÍFICO													PYPML 2			
INDICADORES	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	CRONOGRAMA MESES												PROCESO	RECURSOS
Disminución de costos en el servicio de aseo.	MESES	Administrador	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Manejo De Residuos Sólidos Orgánicos	Residuos Sólidos Orgánicos
	Realización manual de funcionamiento biodigestor		x													
	Capacitación de personal		x													
	Obtención materiales montaje biodigestor			X												
	Construcción estructura Biodigestor					x	x									
	Introducción de M.O al biodigestor						x	x	x	x	x	x	x	x		
	Seguimiento y presentación de resultados									x	x	x	x	x		

Desarrollo de la Propuesta

El mecanismo básicamente consiste en alimentar el biodigestor con materiales orgánicos (estiércol) y agua cruda por un periodo de 53 a 45 días aproximadamente en condiciones climáticas similares a las presentadas en el frigorífico San Isidro durante los cuales se produce el proceso bioquímico y la acción bacteriana, desarrollándose estas dos simultánea y gradualmente, todo esto en condiciones ambientales y químicas favorables, en esta acción se descompone la materia orgánica hasta producir biol y biogás (metano) para luego ser usado como combustible (generación de calor y/o electricidad)

Modelo Físico de Adecuación para Biodigestor



Fuente: "La Autora, 2014". Alternativas para el Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos del Frigorífico San Isidro S.A.

Construcción

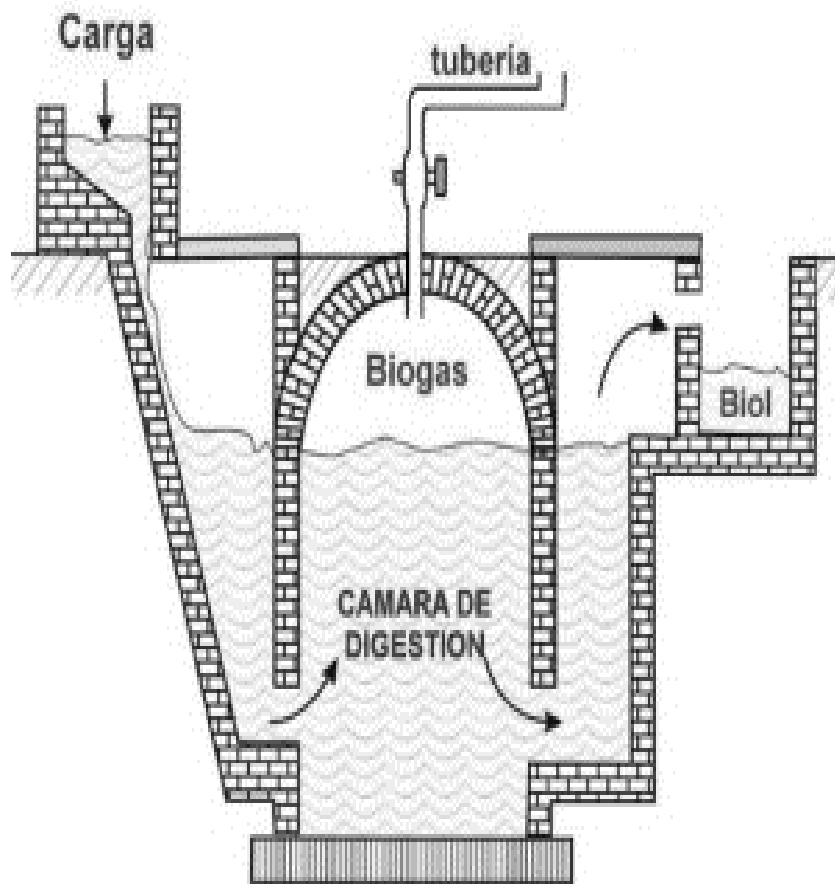
Criterios a Considerar en el Diseño de un Biodigestor:

Los siguientes son los aspectos a tener en cuenta en el diseño, planificación y construcción de un biodigestor son:

- Nivel de participación y responsabilidad por parte de los propietarios que van a implementar un biodigestor.
- Contar con toda la información técnica para la implementación y manejo de un biodigestor.
- Tiempo para el mantenimiento, recursos económicos para la compra del material de construcción, mano de obra, área disponible para la construcción.
- Necesidades identificadas para la implementación del biodigestor: sanitaria, energética, fertilizantes.
- Disponibilidad de materia prima.
- Visión integral de la gestión ambiental y para el frigorífico de su actividad productiva.
- Diseño de prototipo configurado o adaptado a la realidad local.

Biodigestor Tipo Hindú (Cúpula Flotante)

En este caso para esta propuesta el biodigestor Hindú es el más adecuado ya que está completamente aislado del entorno y esto lo hace favorable porque las condiciones climáticas de la zona del Frigorífico San Isidro no son muy favorables para este proceso, por ende la adecuación de un sistema completamente hermético como este va a ser el que mejor arroje resultados.



Fuente: Manual De Construcción y Operación de Biodigestor Tipo Hindú. (2014)

Estructura del Biodigestor Modelo Hindú Cúpula Flotante

Consiste en una estructura vertical que dispone de una campana flotante y dos tanques: uno para la carga de materia orgánica y otro para la descarga del biol; bajo el principio de vasos comunicantes, a esto se suma una cámara hermética en la cual se genera condiciones de degradación anaerobias de la materia orgánica; para formar bio gas y bio abono (liquido conocido como biol)

Adicionalmente tiene dos contrapesos, suspendidos desde la campana, para agitar la mezcla interna de materia orgánica

Para permitir el ingreso de la materia y salida del bio abono, se dispone de dos tubos PVC que se conectan el tanque de almacenamiento con la zona de carga y descarga.

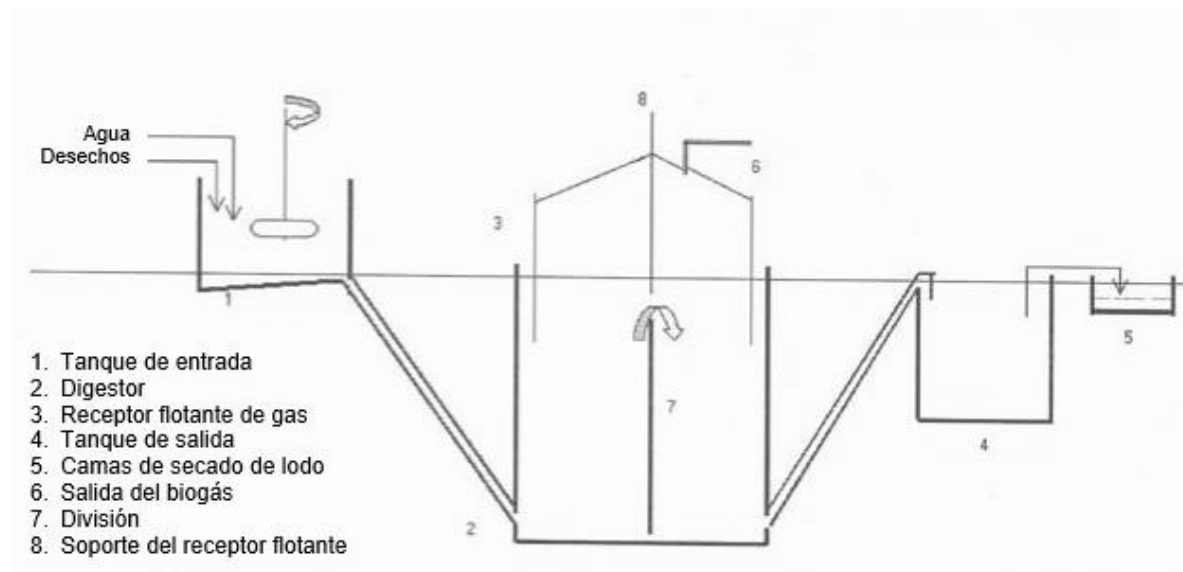


Ilustración 13 Estructura De Un Biodigestor Modelo Hindú Fuente: Guía para el manejo de residuos en mataderos (2007)

Construcción del Biodigestor Hindú

Para la construcción de un biodigestor modelo hindú con campana flotante se requiere los siguientes materiales:

Tabla 9 Materiales para la Construcción de Biodigestor

MATERIALES	UNIDADES
Cemento	Quintales
Malla electro soldada	Unidades
Tubos de desagüe 6"	Metros
Tubos de desagüe 4"	Metros
Tubos de presión de pvc de 20 mm	Unidades
Válvula tigre PVC bola ½"m	Unidades

Adaptador macho C/R 63x2"	Unidades
Codo E/C 2mm X ½"	Unidades
T 20 mm	Unidades
Manguera 3/4"	Unidades
Adaptador hembra C/R 20 x ½"	Unidades
Neplo flex ½" mm	Unidades
Teflón	Unidades
Adaptador macho C/R 20 mm X ½"	Unidades
T R/R ½"	Unidades
Neplo corrido ½"	Unidades
Universal PVC ½"	Unidades
Abrazaderas ½"	Unidades
Cable de acero (alambre de acero) 3/16	Metros
Grillete HG cable 3/16	Unidades
Llantas e moto para sellar la campana	Unidades
Bombril	Unidades
Aditivo plastificante	Unidades
Campana de acero	Unidades
Arena	Metros cúbicos
Ripio	Metros cúbicos
Piedra	Solo si se necesita

Fuente: "La Autora". (2014). Alternativas para el Manejo de los Residuos Sólidos Orgánicos del Frigorífico San Isidro S.A.

Herramientas Necesarias:

- Molde de hierro
- Tablas de encofrado
- Palancón
- Pico
- Barra de hoyado

- Carretilla
- Recipientes plásticos
- Sierra
- Escalera
- Nivel
- Plomada

Pasos Gráficos para Construcción del Biodigestor Hindú

Excavación del Pozo

Antes de realizar la excavación del pozo es necesario tener en consideración el tipo de suelo y las posibles fuentes de agua cercanas, en caso de tenerlas es mejor no realizar este trabajo debido a lixiviaciones de líquidos contaminantes.



Ilustración 14 Excavación de Pozo Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Limpieza y Fundición de la Base del Pozo

La excavación se inicia con la remoción del material en toda área señalada, es importante recordar el espacio de los canales para la colocación de los tubos de carga y descarga.



Eliminar todos los escombros del fondo del pozo



La base debe ser fundida con una parrilla de hierro (10 cm de espesor)

Ilustración 15 Limpieza y Fundición de Base Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Armado de Malla y Molde Metálico

La ejecución del hormigón comienza con la colocación de la malla electro soldada en la base del pozo, siendo la parte más importante durante este proceso, cuidar que la malla está separado del fondo aproximadamente 5 cm. Una vez vertido el hormigón en la base, se procede a colocar la malla electro soldada, en la pared vertical del pozo. Durante esta colocación, es preciso que la malla vertical este guiada por las varillas salientes de la base.



La malla de 8mm sirve para dar mayor resistencia al cilindro



Ilustración 16 Armado de Malla Y Molde Metálico Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Fundición Del Pozo Y Cámaras De Entrada Y Salida Del Biodigestor



Biodigestor fundido con moldes metálicos



Las paredes deben ser completamente impermeabilizadas



Zona de carga y descarga (después de cortar el tubo para que permita el ingreso o salida de materia orgánica y biol respectivamente)



Ilustración 17 Fundición del Pozo y cámaras Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

NOTA: es necesario que las paredes del biodigestor estén completamente impermeabilizadas para evitar lixiviaciones o pérdidas de biogás.

En las cajas de carga y descarga; el tubo de 4 pulgadas es para el ingreso de materia orgánica y uno de 6 para salida de biol

Construcción de Campana y Colocación de Contra Pesos



Ilustración 18 Construcción de Campana Y Colocación de Contra Pesos Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Es indispensable la colocación de los contrapesos en la campana ya que estos permitirán estabilizarla, también tiene la función de agitar la materia orgánica que se encuentra dentro del biodigestor, de no contar con estos se corre el riesgo de que se forme una “nata superficial” de la materia orgánica en la parte mal alta del pozo que impide la salida del biogás hacia la campana.

Adaptación de la Campana

Se requiere que alrededor de la campana se coloque un tubo de llanta motocicleta (señalado con la flecha de color rojo) internamente relleno de arena y aserrín con el objetivo de tener un sello entre la campana y el pozo, evitando así fugas de biogás.



Ilustración 19 Adaptación de la Campana paso 1 Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú



Ilustración 20 Ilustración 18 Adaptación de la Campana paso 2 Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Adaptación de Sellos de Seguridad

La válvula de gas es colocada con la finalidad de evacuar biogás acumulado y no utilizado, evitando así posibles explosiones, es necesario recordar que en el sello de seguridad se debe

Incluir esponjilla metálica para capturar el ácido sulfhídrico, causante de olores ofensivos.



Ilustración 21 Adaptación de Sellos de Seguridad
Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú



Ilustración 22 Adaptación de Sellos de Seguridad
Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú



Ilustración 23 Adaptación de Sellos de Seguridad
Fuente: manual de construcción y operación de biodigestor tipo Hindú

Ventajas

-Los residuos orgánicos al ser introducidos en el Biodigestor son descompuestos de modo que el ciclo natural se completa y los desechos orgánicos se convierten en fertilizante y biogás el cual evita que el gas metano esté expuesto ya que es considerado uno de los principales componentes del efecto invernadero.

-La utilización de biogás puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al diésel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración. En el sector rural el biogás puede ser utilizado como combustible en motores de generación eléctrica para autoconsumo de la finca o para vender a otras.

- Puede también usarse como combustible para hornos de aire forzado, calentadores y refrigeradores de adsorción. La conversión de aparatos al funcionamiento con gas es sencilla

- Desventajas

-Necesita acumular los desechos orgánicos cerca del biodigestor.

-Riesgo de explosión, en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.

-La producción de biogás es permanente, aunque no siempre constante debido a fenómenos climáticos.

Cálculos Biodigestor

Los siguientes cálculos están fundamentados por una investigación realizada por la Universidad Técnica del Norte ubicada en Ecuador.

14000 litros estiércol
5 litros hiervas verdes
10 litros agua

1 TON materia orgánica	60 m cúbicos gas metano mes
14 TON materia orgánica	840 m cúbicos gas metano mes
1 m cubico de gas metano	0,6 m cúbicos de gas natural
840 m cúbicos gas metano	504 m cúbicos gas natural
1 kg estiércol bovino	35,5 litros de biogás
14000 Kg estiércol bovino	497000 litros de biogás

Cámara Gas
 $(1/3) * 420450 \text{ Lt} = 140150 \text{ Litros.}$

THR= 30 días: carga total diaria 14000 litros = $(14.000 + 5 + 10)$
 $30 * 14015 = 420450$
Esto implica que el tamaño real del biodigestor debe dar un grado de tolerancia.

Alternativa No. 3 Ladrillos Ecológicos (1-2 AÑOS)

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	PPML 3
OBJETIVOS	
Aprovechar las heces generadas en el frigorífico para realizar ladrillos ecológicos	
METAS	
adecuación de sistema para la elaboración de un producto de primera a partir de las heces generadas	

Desarrollo de la Propuesta

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL FRIGORÍFICO														PYPML 3			
INDICADOR ES	ACTIVIDA DES	RESPONSA BLE	CRONOGRAMA SEMANAS												PROCES O	RECUR SO	
Disminución de costos en el los servicio de aseo.	Obtención de materiales para realización de ladrillos	Administrador	X	X											Elaboración De Ladrillos Ecológicos	Residuos Sólidos Orgánicos	
	Capacitació n de personal			x	x												
	Separación de residuos adecuados para los ladrillos					x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Implementa r programa ladrillos ecológicos						x	x	x	X	x	X	X	x			x
	Revisión de proceso ya implementa do											x	x	x			x
	Presentació n de resultados																x

Se toma como opción la realización de ladrillos ecológicos con base en estiércol de ganado bovino como la actividad a largo plazo ya que es una alternativa de manejo de fácil implementación y realización; la idea de esta propuesta es tener la opción de implementarla en el dado caso que los dos procesos anteriores no cubra la totalidad del estiércol generado en el Frigorífico San Isidro, de esta forma no se perderá nada de esta materia prima y si se generaran más ganancias gracias a la venta de este producto final, disminuyendo los impactos ambientales que los restos de estiércol generan en la comunidad cercana al frigorífico y de igual forma generando empleos a las personas que estarán a cargo de esta actividad.

Esta actividad debe ser realizada fuera de las instalaciones del frigorífico y puede ser una muy buena opción para donación o para la creación de una razón social que se encargue de la elaboración y distribución de este tipo de ladrillos.

Geometría Ladrillos Ecológicos

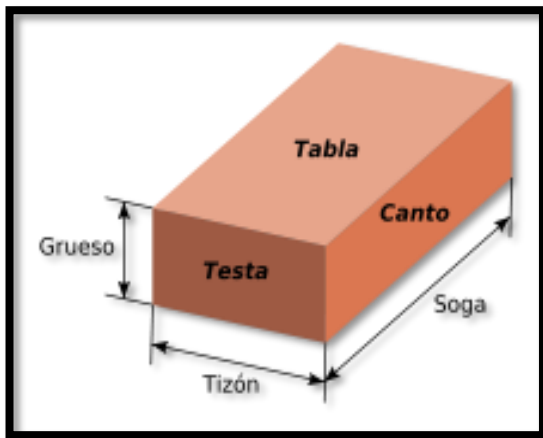


Ilustración 24 Geometría Ladrillos Fuente: Hispalyt

El estiércol seco se utiliza de forma rutinaria en muchos países para la realización de ladrillos ya que no es en absoluto contaminante en cuanto a olores ofensivos cuando se quema.

El estiércol es 20 % más ligero que la arcilla y al mismo tiempo 20 % más resistente en términos de compresión.

No solo se optimiza la calidad de la construcción sino que su precio se reduce significativamente al igual que la inversión para su construcción generando muy buenas ganancias a las nuevas “ladrilleras” que implementen este método.

Medida: x unidad

Descripción: Peso x unidad: 2,3 Kg

2.3 Kilogramos equivale a 0.0023 Toneladas

Lo anterior quiere decir que al pesar cada ladrillo 0.0023 Ton la equivalencia total de ladrillos diarios serian aproximadamente 6000 unidades si se utilizan las 14 toneladas/día que se generan en el Frigorífico San Isidro.

Elementos para su Realización

Carretilla -Balde

Guantes - Moldes de ladrillo o adobera

Leña - Lija

Instrucciones para la realización

- Recoger estiércol fresco en una carretilla usando una pala, o con la mano enguantada.
- Llenar los moldes de ladrillos con estiércol fresco.
- Póngase un par de botas de goma y presione el estiércol en los moldes con sus pies, hasta que el estiércol se compacte uniformemente en el molde.
- Coloque los moldes para secar en un pozo área por dos días con ventilación, o hasta que sea suficiente para eliminar deshidratada de los moldes.
- Retire los ladrillos de los moldes, apilarlos en una escalonada o patrón de cruz para que pueda circular el aire entre los ladrillos. Dejar secar como este por un período de tres semanas - cuatro semanas, si el clima es húmedo o lluvioso. Cada ladrillo se quemará durante aproximadamente una hora.

Paso a Paso del Proceso

- Se agrega estiércol y arena en un balde o zona adecuada para su recolección.
- Se hace una mezcla homogénea de estiércol y arena.
- Se pone en una adobera de medidas convencionales para ladrillos.



Ilustración 25 Paso 1 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se empareja con una capa de agua para que quede una estructura lisa.



Ilustración 26 Paso 2 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se quita la adobera



Ilustración 27 Paso 3 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se ponen los bloques secar es un sitio donde no le caiga agua.



Ilustración 28 Paso 4 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se arreglan los extremos para que tengan forma homogénea.



Ilustración 29 Paso 5 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Después de raspar el ladrillo se acomodan en forma de pirámide para así poder quemar la mayoría de ellos.



Ilustración 30 Paso 6 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se procede a la quema



Ilustración 31 Paso 7 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se dejan quemar hasta obtener un color rojizo



Ilustración 32 Paso 8 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

- Se procede a dejar los ladrillos en un lugar adecuado para su almacenamiento y posterior venta.



Ilustración 33 Paso 9 Construcción de Ladrillos Fuente: imágenes tomadas desde video de YouTube

Ventajas para el Frigorífico

- El precio se reduce significativamente al igual que la inversión para su construcción.
- Genera muy buenas ganancias a las nuevas “ladrilleras” que implementen este método.

- Desventajas para el Frigorífico

- pago de mano de obra ya que es manual.

Conclusiones

Esta experiencia ha mostrado cómo es posible diseñar y aplicar un aprendizaje basado en las orientaciones y recursos actualmente disponibles un grupo de profesores bien formado, altamente motivados, trabajando de forma coordinada y colaborativa ha podido generar los suficientes recursos propios para apoyarse mutuamente y llevar adelante el proyecto con éxito.

También ha mostrado que las aplicaciones generadas son útiles y valiosas para producir mejoras apreciables y significativas, tanto en el manejo de los residuos sólidos orgánicos como en la aplicación puntual de alternativas para un frigorífico, contribuyendo a la mayor satisfacción y bienestar.

Por otra parte, la puesta en marcha de iniciativas de este tipo como lo fueron El compostaje ya que es una manera ambientalmente aceptada para disminuir los elevados volúmenes de residuos que se generan. Los fundamentos del compostaje son sencillos, lo cual lo convierte en una metodología de fácil realización y manejo.

El biodigestor tipo Hindú que es el más adecuado para su ejecución en el Frigorífico San Isidro, debido a los factores sociales, ambientales y meteorológicos de la zona.

La alternativa que se menciona de los ladrillos ecológicos sería vista como una forma de colaborar a la comunidad por medio de donaciones o venta del material fuera del perímetro del frigorífico San Isidro.

La calidad final de cada producto, dependerá principalmente de los materiales de origen y de las condiciones de temperatura, humedad y aireación que existan durante el proceso para esto es necesario que en el frigorífico San Isidro exista una regulación sobre la calidad final del producto

Bibliografía

- Andersen materiales S.A (S.F)
<http://www.andersenmateriales.com.ar/ladrillos.html>
- Compostaje De Residuos Municipales. O. Huerta, M. López, M. Soliva y M. Zaloña, (2008)
file:///C:/Users/RIVERA/Downloads/Compostaje%20de%20Residuos%20Municipales_ESAB_CAS.pdf
- Diccionario de arquitectura y construcción. (2014)
<http://www.parro.com.ar/definicion-de-ladrillo+a+panderete>
- El proceso de compostaje. Daniella Alejandra Avendaño Rojas. (2003)
<http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Compostaje.pdf>
- Elaboración de Composta. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación,(S.F)
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>
- Enviromental Fabrics de México.(S.F)
<http://www.efdemexico.com/servicios/biodigestores.html>
- Fabricación manual de block a base de estiércol de caballo .Luis Corona.(2013)
http://www.youtube.com/watch?v=pIJUuZc5E_8
- Generación de Biogás. Corantioquia.(S.F)
<http://www.corantioquia.gov.co/images/stories/ventanilla/CARTBIODIG.pdf>
- Guía empresarial plantas de beneficio animal. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003)
http://www.minambiente.gov.co/documentos/guia_empresaial_plantas_de_beneficio_animal.pdf
- Hvelplund.1994. Estimation of voluntary feed intake from in sacco degradation and rate of passage of DM or NDF. Livestock Production Science 39:49-52.

- INTEC. Corporación de Investigación Tecnológica. 1997. Manual de compostaje.p.21-30.Santiago. Chile. Korboulewsky, N., S. Dupouyet y, G. Bonin. 2002. Environmental risk oapplyingsewage sludge compost to vineyards: carbon, heavy metals, nitrogen, andphosphorus accumulation. J. Environ. Qual. 31:1522-1527.
- Labrador, J.1996. La materia orgánica en los agrosistemas. p.115-124. En Mundi-Prensa,Madrid, España
- Los diccionarios y las enciclopedias sobre lo académico.(2013)
http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/11158/heces
- Manejo de Explotación. Miliarium Ingeniería Civil y Medio Ambiente. Oromendia. (2004)
<http://www.miliarium.com/Proyectos/PlantaCompostaje/Anejos/AnejoExplotacion.asp>
- Manual Para La Identificacion Del Impacto Ambiental Generado Por Las Plantas De Sacrificio De Ganado Vacuno. Alexandra Milena Cadena Velasco.(2009)
<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/proyecto%20abril%20200%20alexandra%20milena%20cadena%20velasco.pdf>
- Manual de construcción y operación de biodigestor tipo hindú y flujo continuo Biodigestor. (2010) Diana Domínguez Gómez-Jorge Granja Ruales - Robinson Guachagmira y Luis Robalino Asociación de Campesinos Agroecológicos de Intag.
<http://es.slideshare.net/stevenmoreno/manual-de-construccin-y-operacin-de-biodigestor-tipo-hind-y-flujo-continuo>
- Manual de Compostaje Domestico. Alcolea y González, 2000
<http://mie.esab.upc.es/ms/formacio/Produccio%20Agricola%20Ecologica/biblio/Manual%20compostaje%20en%20casa.pdf>
- Manual de construcción y operación de biodigestor tipo hindú y flujo continuo. Steven Moreno, Estudiante Ingeniería Sanitaria y Ambiental at Universidad del Valle (2014)
<http://www.slideshare.net/stevenmoreno/manual-de-construccin-y-operacin-de-biodigestor-tipo-hind-y-flujo-continuo>

- Mathur, P. 1991. Composting processes, pp.147-183. En A.M. Martin (eds), Bioconversion of waste materials to industrial products. Elsevier Science Publishers, Essex IG11 8JU, England.
- Owens, F. N. y A. L. Goetsch. 1988. Fermentación ruminal. En: El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia, S. A.
- Phillipson, A. T. 1981. Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. H. H. Dukes y M. J. Swenson (Eds.). Aguilar Editor S.A. Mexico. Stensig, T., M. R. Weisbjerg, J. Madsen and T.
- Proceso De Compostaje A Partir De Sólidos Filtrados De Residuos Industriales Líquidos En Planta De Faena. Industria Frigorífica Simunovic S.A.(S.F)
<https://www.e-seia.cl/archivos/20080415.121345.pdf>
- Procedimientos Para El Manejo De Residuos Orgánicos Avícolas. María Victoria Pérez Villa, Rodolfo Alejandro Villegas Calle. (2009)
<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1411/1/PROCEDIMIENTOS%20PARA%20EL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%5B1%5D.pdf>
- Propiedades físicas y químicas del rumen. Omar Araujo Febres y Juan Vergara-López. (2007)
<http://www.bioline.org.br/pdf?la07044>
- revista “ecomaraca” números 1 y 2. (2014) Residuos orgánicos e inorgánicos,
<http://www.mantra.com.ar/contecologia/organicoeoinorganicos.html>